

**ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA AIR  
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
DI BENDUNG LODOYO BLITAR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**ARI SUSANTO**

**D400150076**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA AIR  
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
DI BENDUNG LODOYO BLITAR**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :

**ARI SUSANTO**

**D400150076**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing,

 3/7-19

**Hasyim Asy'ari, S.T., M.T**

**NIK. 981**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA AIR**  
**UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO**  
**DI BENDUNG LODOYO BLITAR**

Oleh :

ARI SUSANTO

D400150076

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jumat, 19 Juli 2019

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji ;

1. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T  
(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Jatmiko, S.T., M.T  
(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Umar, S.T., M.T  
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)



Dekan,

Dr. Sri Soenarjono, S.T.PhD.

NIK. 682

#### **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 9 April 2019

Penulis,



ARI SUSANTO

D400150076

# ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA AIR UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI BENDUNG LODOYO BLITAR

## Abstrak

Kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Penggunaan peralatan yang serba memerlukan energi listrik menjadi penyebab utama peningkatan kebutuhan akan hal tersebut. Indonesia pembangkit listrik masih menggunakan bahan bakar fosil. Padahal potensi energi baru terbarukan mencapai 441,7 GW tetapi saat ini yang terealisasi baru sebesar 9,07 GW atau baru 2 persen dari total. Air menjadi salah satu energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik, karena di Indonesia air sangat melimpah. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) menjadi potensi yang sangat besar yang bisa dikembangkan. Bendung Lodooyo yang ada di Kota Blitar merupakan salah satu bendungan yang bisa dimanfaatkan sebagai PLTMH. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan air, debit air dan daya yang dihasilkan oleh Bendung Lodooyo. Metode yang digunakan untuk mengetahui tinggi bersih (*headnett*) dari bendungan tersebut bisa melalui *google map coordinate* atau dengan pengukuran secara manual. Sedangkan untuk mengetahui kecepatan air, menggunakan metode apung dengan botol 600 ml diisi sedikit air dan dialirkan dengan jarak tertentu yang sudah diketahui kedalaman dan lebar dari sungai tersebut. Penggunaan metode apung didapatkan kecepatan rata-rata adalah 0,238 m/s. Bendung Lodooyo memiliki tinggi bersih (*headnett*) setinggi 10 meter memiliki potensi yang cukup besar untuk pembangunan PLTMH. Berdasarkan data dari Perum Jasa Tirta I debit air di Bendung Lodooyo rata-rata yaitu  $10,918 \text{ m}^3/\text{s}$  dan dapat menghasilkan daya listrik rata-rata sebesar 856,917kW.

**Kata kunci:** energi terbarukan, bendungan, PLTMH, tinggi bersih, debit air

## Abstract

Nowadays, the need of electrical power is increasing year by year. The use of equipment which needs electrical energy is the major cause of the increase of electrical needs. In Indonesia, most of power plants are using fossil fuel as the main energy to produce electrical power. Whereas, the use of renewable energy has potency to produce of 441,7 GW, however, it can only produce 9,07 GW or in the other word it only produces 2% of maximum energy at recent. Water is one of renewable energy which can be used to run a power plant because of the abundance of water resources in Indonesia. The hydroelectric power plant (PLTA) and micro-hydro power plant (PLTMH) have a

profound potency to develop. Lodoyo dam in Blitar is one of dam which can be utilized to be PLTMH. The aim of this research is to know the water speed, water discharge, and potency produced by Lodoyo dam. The researcher uses google map coordinate or measures manually to know headnett of the dam. Meanwhile, to know the water speed, the researcher uses floating method by filling some water into 600 ml of bottle up to be flowed to particular distance on a known depth and length of the river. By using floating method, it can be noted the speed of water is approximately 0,238 m/s. Lodoyo dam has headnett of 10 meters in height, meaning it is potentially to build a PLTMH. Based on Jasa Tirta I Public Company, water discharge of Lodoyo dam is approximately 10,918 m<sup>3</sup>/s, where it can produce about 856,917 kW of electrical power.

**Keywords:** Renewable energy, dam, PLTHM, headnett, water discharge

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat. Bilamana dalam tahun 1968/1969 daya terpasang seluruh pusat tenaga listrik PLN berjumlah 540 MW, pada tahun 1993/1994 angka menjadi 12.000 MW, naik lebih dari 20 kali lipat dalam kurun waktu 24 tahun, atau rata-rata pertahun meningkat 16 persen (Kadir, Abdul, 2010). Energi listrik biasa digunakan untuk industri ataupun peralatan – peralatan yang menunjang kegiatan manusia menjadikan listrik sebagai sesuatu yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan. Sebagai negara yang memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah, Indonesia memiliki potensi yang besar dalam hal pembangkitan listrik. Bahan bakar untuk pembangkit listrik di Indonesia menggunakan bahan bakar fosil yaitu minyak bumi, gas alam, dan batu bara.

Banyak sumber daya energi baru terbarukan yang dimiliki Indonesia seperti, energi air, panas bumi, air laut, bio energi, surya dan energi angin. Potensi energi baru terbarukan mencapai 441, 7 GW tetapi saat ini yang terealisasi baru sebesar 9, 07 GW atau baru 2 persen dari total (KESDM, 2014). Potensi energi yang sebanyak itu dapat mengurangi penggunaan dan menghemat bahan bakar fosil di Indonesia. Selain itu bisa untuk menambah pendapatan negara dengan melakukan ekspor batu bara keluar negeri.

Memiliki wilayah yang hampir 70 persen perairan, Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk menjadikan air sebagai pembangkit listrik. Pemanfaatan air sebagai energi listrik bisa berupa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) ataupun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Kedua pembangkit ini memiliki perbedaan dari segi keluaran kapasitasnya. Tentunya PLTMH memiliki kapasitas keluaran yang lebih kecil dibandingkan PLTA. Pemilihan antara PLTA ataupun PLTMH disesuaikan kebutuhan wilayah tersebut dan juga disesuaikan dengan ketersediaan air ditempat tersebut. PLTMH sudah dimanfaatkan di beberapa wilayah khususnya wilayah yang dekat dengan Daerah Aliran Sungai (DAS), danau, air terjun atau bendungan. PLTMH secara ekonomis bisa menguntungkan apabila didapat tempat air terjun yang baik, dalam arti bangunan sipilnya bisa sederhana dan murah (Marsudi, Djiteng, 2005). PLTMH termasuk ke dalam sumber energi terbarukan dan layak disebut *clean energy* karena ramah lingkungan (Kadir, Abdul, 2010). Air adalah salah satu bentuk energi yang tersedia di alam, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro mengkonversikan energi air menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin air. Cara kerjanya cukup sederhana, energi air yang memutar turbin air, diteruskan untuk memutar alternator, sehingga akan menghasilkan energi listrik (Jatmiko, dkk, 2012). Listrik dapat dihasilkan apabila air sebagai sumber tenaga listrik bisa tersedia dalam jumlah yang cukup secara kontinu (Nugroho dan Sallata, 2015). Sebelumnya ada yang melakukan penelitian mengenai PLTMH di bendungan Trani Kali Samin / Gembong Sukoharjo. Penelitian tersebut menghasilkan daya rata-rata 32,012 kW dengan debit rata-rata  $1,36 \text{ m}^3/\text{s}$  (Albastomiroji, 2018).

Sungai Brantas di Jawa Timur merupakan salah satu sungai terpanjang di pulau Jawa yang memiliki potensi cukup besar dalam pengembangan PLTMH. Bendungan Lodoyo yang merupakan salah satu bendungan yang sumber airnya berasal dari sungai Brantas. Beda ketinggian yang mencapai 10 meter bendungan ini bisa dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang nanti dapat dinikmati oleh warga di sekitar Lodoyo.

## **2.METODE**

### **2.1 Survei Lokasi**

Survei atau pencarian lokasi dilakukan untuk mengetahui tempat yang akan dijadikan sebagai perencanaan PLTMH. Lokasi tersebut memiliki aliran air yang cukup banyak untuk menunjang potensi PLTMH bisa berupa air terjun, bendungan, atau waduk.

### **2.2 Penentuan Lokasi PLTMH**

Pencarian lokasi untuk PLTMH cukup mudah karena melimpahnya air di Indonesia. Bendung Lodoyo yang berada di Kota Blitar merupakan bendungan yang memiliki air yang melimpah dan debit air yang cukup besar sehingga berpotensi untuk dilakukan pembangunan PLTMH. Bendungan ini berada di Desa Serut, Gogodeso, Kanigoro, Blitar. Bendungan ini berada di koordinat  $8^{\circ} 9' 1''$  bujur selatan dan  $112^{\circ} 11' 26''$  lintang timur.



Gambar 1. Bendung Lodoyo

### **2.3 Pengukuran Tinggi Jatuh Air**

Pengukuran dapat dilakukan dengan pengukuran secara manual maupun dengan bantuan *google maps coordinate*. Penggunaan *google map coordinate* cukup akurat untuk mengetahui tinggi suatu tempat.



## 2.4 Pengukuran Debit Air

Debit air yang berada di Bendung Lodoyo dapat diketahui dari data yang diperoleh dari Perum. Jasa Tirta I. Selain itu dapat dengan cara melakukan pengukuran manual yaitu dengan metode Apung. Metode dengan memanfaatkan botol yang dijalankan pada aliran sungai dengan jarak tertentu untuk mendapatkan kecepatan dari air tersebut. Debit dapat dihitung dengan terlebih dahulu mencari luas penampang air (A) dan kecepatan air (V) melalui persamaan :

$$A = l \times h \dots\dots\dots(1)$$

$$V = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Kemudian untuk menghitung debit menggunakan persamaan :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

s = Panjang / Jarak Botol Dialirkan (m)

l = Lebar Aliran Air (m)

h = Tinggi / Kedalaman Air (m)

t = Waktu (s)

A = Luas Penampang Air (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan Air (m/s)

Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/s)

## 2.5 Perhitungan Potensi Daya

Potensi daya yang dapat dihasilkan oleh PLTMH dapat dihitung setelah diketahui debit air dan juga *headnett* dari bendungan tersebut. Semakin besar debit air dari bendungan tersebut maka daya yang dihasilkan juga akan semakin besar. Selain debit air, *head nett* yang semakin tinggi akan membuat daya yang dihasilkan juga semakin besar. Persamaan untuk menghitung potensi daya :

$$P = g \times Q \times H_n \times \text{Eff} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

P = Daya (kW)

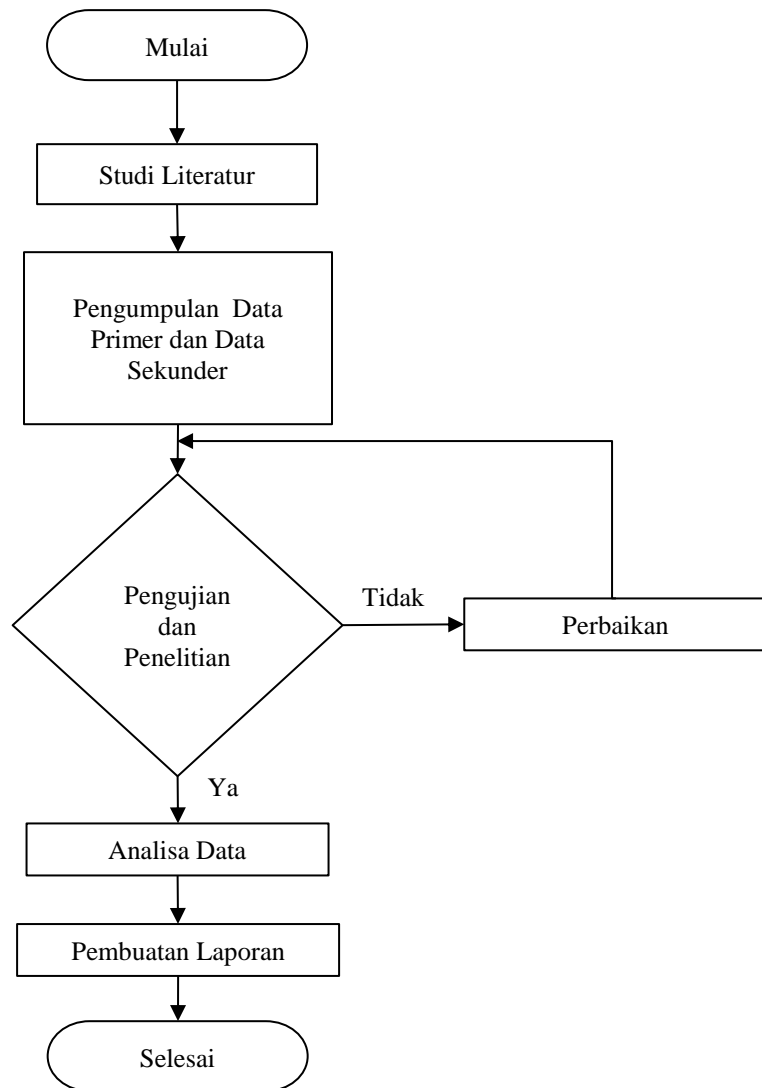
G = Gravitasi (9,81)

Q = Debit Aliran ( $m^3/s$ )

Hn = Headnet (m)

Eff = Efisiensi Turbin

## 2.6 Flowchart Penelitian

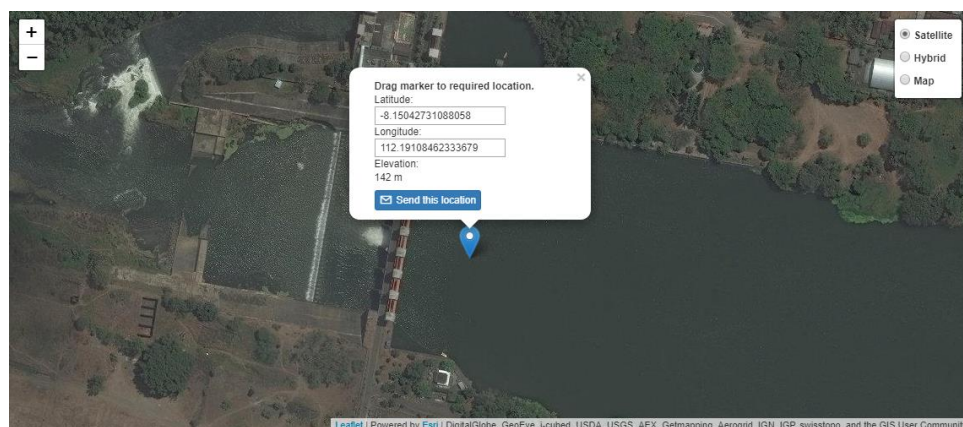


Gambar 2. Diagram Penelitian

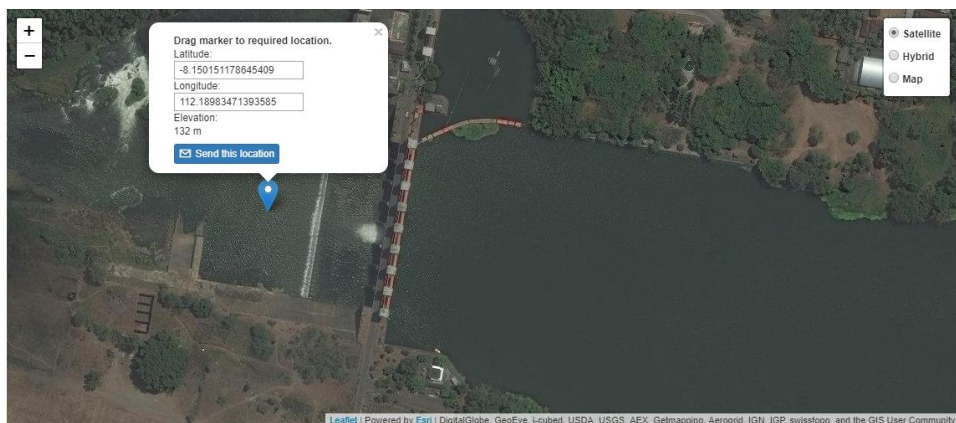
### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisa *Head nett*

Analisa *head nett* ini digunakan untuk mengetahui tinggi jatuh air dari bendung Lodooyo. Menurut pengukuran dengan menggunakan *google maps coordinates* didapatkan tinggi jatuh air atau beda ketinggian sebesar 10 meter. Rinciannya adalah *head top* 142 meter dan *head bottom* 132 meter. Tinggi jatuh air sebesar 10 meter merupakan syarat yang cukup untuk pembangunan PLTMH. Semakin tinggi *headneet* atau tinggi jatuh air maka daya yang dihasilkan akan semakin besar. Selain itu lokasi disekitar Bendung Lodooyo yang tidak pernah diterjang banjir akan membuat PLTMH menjadi lebih aman.



Gambar 3. Titik *Top* pada *google maps coordinates*



Gambar 4. Titik *Bottom* pada *google maps coordinates*

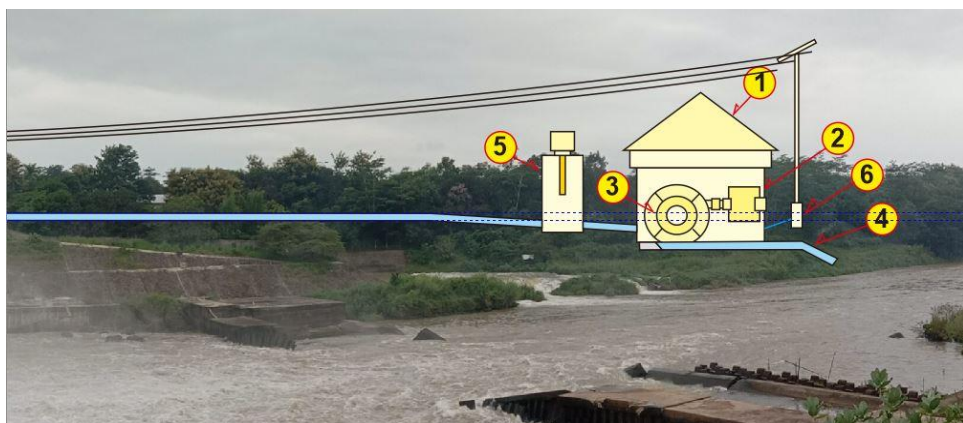
### 3.2 Analisa Perencanaan Bangunan PLTMH



Gambar 5. Rencana Bangunan PLTMH secara keseluruhan



Gambar 6. Rencana Bangunan PLTMH bagian 1



Gambar 7. Rencana Bangunan PLTMH bagian 2

Keterangan :

1. Power House
2. Generator
3. Turbine
4. Trailrace
5. Inlet Valve

6. Transmission
7. Penstock
8. Entrance
9. Forebay
10. Trash Rack
11. Open Channel
12. Weir

### 3.3 Analisa Debit Air

Debit air merupakan air yang mengalir pada suatu tempat tiap satuan waktu atau detik. Aliran sungai yang layak untuk dijadikan sebagai sumber energi penggerak pada Mikrohidro adalah aliran sungai yang mengalir sepanjang tahun dengan debit yang stabil pada musim kemarau dan penghujan (Nugroho dan Sallata, 2015). Semakin besar debit air pada Bendung Lodoyo maka daya yang dihasilkan akan semakin besar. Data debit air di Bendung Lodoyo berasal dari pengelola bendungan yaitu Perum Jasa Tirta I. Selain data yang didapatkan dari Perum Jasa Tirta I untuk mengetahui kecepatan air secara langsung yaitu menggunakan metode apung yang nantinya dari kecepatan air itu dapat diketahui debit airnya.

Peralatan dalam melakukan metode apung antara lain :

1. Botol yang diisi sedikit air sebagai benda yang dialirkan
2. Tali rafia sebagai pengait botol ketika botol dialirkan
3. Meteran untuk mengukur panjang dan lebar sungai
4. *Stopwatch* digunakan untuk mengetahui waktu
5. Kayu untuk mengukur kedalaman sungai
6. Bolpoin dan kertas untuk mencatat hasil

Tabel 1. Data Hasil Metode Apung

	Luas Penampang (A)	Waktu	Kecepatan (V)	Debit (Q)
Percobaan	$A = l \times h$	(s)	$V = \frac{s}{t}$	$Q = A \times V$
	( $m^2$ )		(m/s)	( $m^3/s$ )
1.	40	20,89	0,239	9,574
2.	40	20,98	0,238	9,533
3.	40	21,09	0,237	9,483

Percobaan	Luas Penampang (A) $A = l \times h$ ( $m^2$ )	Waktu (s)	Kecepatan (V) $V = \frac{s}{t}$ (m/s)	Debit (Q) $Q = A \times V$ ( $m^3/s$ )
4.	40	21,18	0,236	9,443
5.	40	21,73	0,230	9,204
6.	40	20,77	0,241	9,629
7.	40	20,81	0,240	9,611
8.	40	20,89	0,239	9,574
9.	40	20,82	0,240	9,606
10.	40	20,88	0,239	9,579
Rata-rata		21,00	0,238	9,524

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode apung yang dilakukan di aliran sungai bendung Lodoyo dengan lebar sungai 20 meter dan kedalaman sungai 2 meter. Percobaan dilakukan 10 kali dengan jarak 5 meter, kemudian rata-rata waktu yang ditempuh oleh botol dari titik *start* sampai titik *finish* yaitu 21,00 detik. Waktu yang paling cepat yaitu pada percobaan ke-6 dengan waktu 20,77 detik dan yang paling lambat adalah pada percobaan ke-5 dengan waktu 21,73 detik. Perbedaan yang terjadi pada penelitian ini disebabkan oleh air yang di aliran sungai tersebut masih ada beberapa sampah yang menghalangi botol melaju dengan lancar, selain itu pada tali rafia yang digunakan untuk mengait botol semakin lama semakin basah sehingga ada sedikit penambahan beban pada tali rafia tersebut yang menyebabkan botol melaju lebih lambat dari percobaan yang awal. Setelah percobaan ke-5 tali rafia diganti yang baru dan hasilnya waktu kembali stabil di angka 20 detik. Kemudian perhitungan kecepatan air didapatkan dari jarak tempuh dibagi dengan waktu. Percobaan ke-6 kecepatan air adalah 0,241 m/s merupakan percobaan yang paling besar nilai kecepatannya dan pada percobaan ke- 5 kecepatan air adalah 0,230 m/s merupakan nilai kecepatan yang paling kecil. Karena berdasarkan rumus kecepatan air memang dipengaruhi oleh waktu. Jadi semakin cepat waktunya maka kecepatan air juga semakin besar nilainya. Kemudian untuk debit air pada penelitian ini yang paling besar adalah

percobaan ke-6 yaitu dengan nilai  $9,629 \text{ m}^3/\text{s}$  dan yang paling kecil adalah pada percobaan ke-5 dengan nilai  $9,204 \text{ m}^3/\text{s}$ . Debit air dipengaruhi oleh kecepatan pada aliran air tersebut. Jadi semakin besar nilai kecepatan pada aliran air tersebut maka debit air akan semakin besar juga. Debit air juga kan mempengaruhi besar kecilnya daya yang dihasilkan oleh PLTMH. Daya yang besar didapatkan dari nilai debit air yang besar juga.

Tabel 2. Data debit air Bendung Lodoyo bersumber dari Perum Jasa Tirta I

Bulan	Debit Air Rata-Rata ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
Januari	12,902
Februari	12,710
Maret	12,816
April	12,507
Mei	10,283
Juni	9,482
Juli	9,754
Agustus	9,371
September	9,506
Oktober	9,300
November	9,805
Desember	12,591
Rata-rata	10,918

Tabel 2 merupakan data dari Perum Jasa Tirta I selaku pengeola Bendung Lodoyo. Tabel tersebut berisi debit air rata-rata setiap bulan Bendung Lodoyo tahun 2018. Sepanjang tahun 2018 debit air memiliki rata-rata  $10,918 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan debit air yang paling banyak pada bulan Januari yaitu  $12,902 \text{ m}^3/\text{s}$ . Debit air yang paling sedikit pada bulan Oktober yaitu  $9,300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Perbedaan debit air dan kecepatan air terjadi karena perbedaan musim. Indonesia memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Jika pada musim

penghujan debit air menjadi besar sedangkan pada musim kemarau debit air menjadi kecil.

### 3.4 Analisa Potensi Daya Listrik

Potensi daya listrik merupakan perkiraan daya yang dapat dihasil oleh PLTMH. Berdasarkan data yang diperoleh dari metode apung maupun data dari Perum Jasa Tirta I akan diolah sehingga akan diketahui potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan. Metode apung memiliki rata-rata debit air yaitu  $9,524 \text{ m}^3/\text{s}$  maka potensi daya yang dapat dihasilkan adalah :

$$P = g \times Q \times H_n \times \text{Eff}$$

$$P = 9,81 \times 9,524 \times 10 \times 0,8$$

$$P = 747,44 \text{ kW}$$

Kemudian data dari Perum Jasa Tirta I potensi dayanya adalah :

Table 3. Potensi Daya Listrik yang dapat dihasilkan Bendung Lodoyo

Bulan	Gravi-	Debit	Efisiensi		Daya $P = g \times Q \times H_n \times \text{Eff}$ (kW)
	tasi	Air	Head	Turbin	
	G	Q	Hn	Eff	
	( $\text{m/s}^2$ )	( $\text{m}^3/\text{s}$ )	(m)	(%)	
Januari	9,81	12,902	10	0,8	1012,55
Februari	9,81	12,710	10	0,8	997,481
Maret	9,81	12,816	10	0,8	1005,80
April	9,81	12,507	10	0,8	981,549
Mei	9,81	10,283	10	0,8	807,010
Juni	9,81	9,482	10	0,8	744,147
Juli	9,81	9,754	10	0,8	765,494
Agustus	9,81	9,371	10	0,8	735,436
September	9,81	9,506	10	0,8	746,031



Oktober	9,81	9,300	10	0,8	729,864
November	9,81	9,805	10	0,8	769,496
Desember	9,81	12,591	10	0,8	988,142
Rata-rata Daya yang dihasilkan					856,917

Berdasarkan data debit air yang bersumber dari Perum Jasa Tirta I dan Headnett dari Bendung Lodoyo maka akan diketahui daya yang dihasilkan dari PLTMH. Rata-rata daya yang akan dihasilkan yaitu 856,917 kW selama tahun 2018. Daya dipengaruhi oleh debit air maka, semakin besar nilai debit air akan semakin besar juga daya yang dihasilkan oleh PLTMH. Misal pada Bulan Oktober yang memiliki debit air rata-rata terkecil yaitu (Q)  $9,300 \text{ m}^3/\text{s}$ , Headnett (H) 10 meter, Efisiensi turbin (Eff) 0,80 % dan gravitasi (g) 9,81 maka daya yang dihasilkan adalah 729,864 kW. Sedangkan untuk nilai debit air terbesar adalah pada bulan Januari yaitu (Q)  $12,902 \text{ m}^3/\text{s}$ , Headnett (H) 10 meter, Efisiensi turbin (Eff) 0,80 % dan gravitasi (g) 9,81 maka daya yang dihasilkan adalah 1012,55 kW.

## 4.PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Bendung Lodoyo memiliki beda ketinggian 10 meter dengan *head top* 142 meter dan *head bottom* 132 meter. Debit air yang dimiliki Bendung Lodoyo rata-rata  $10,918 \text{ m}^3/\text{s}$  dan bisa naik atau turun tergantung musim hujan atau musim kemarau. Daya rata-rata yang dapat dihasilkan dari PLTMH Bendung Lodoyo selama tahun 2018 yaitu 856,917 kW yang paling besar pada bulan Januari sebesar 1012,55 kW.

## **4.2 Saran**

Penelitian kali ini menggunakan periode bulanan untuk daya yang dihasilkan PLTMH, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan periode harian agar hasil yang didapatkan lebih detail.

## **PERSANTUNAN**

1. Dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini tentunya ada beberapa hambatan yang dilalui penulis. Tetapi penulis tetap berusaha agar penelitian ini bermanfaat bagi semua orang yang membaca. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :
2. Allah Subhanallahu Wata'alla yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Rosullulloh Muhammad Sholallahu Alaihi Wasalam yang telah mengenalkan agama Islam yang paling sempurna ini kepada kita.
4. Bapak dan Ibu yang tersayang, yang selalu mendo'akan yang terbaik untuk anaknya dan selalu *support* dalam keadaan apapun.
5. Bapak Umar ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Bapak Hasyim Asy'ari ST. MT selaku pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
7. Perum Jasa Tirta I yang telah memberikan kesempatan melakukan pengambilan data untuk penelitian.
8. Teman-teman satu bimbingan yang saling memberi semangat.
9. Komunitas Solo *Runners* yang selalu memberikan motivasi dalam belajar maupun olahraga.
10. Siti Nur Kholifah dan keluarganya yang menemani dalam pengambilan data di Perum Jasa tirta I.
11. Teman-teman mahasiswa jurusan Teknik Elektro.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Albastomiroji. 2018. “Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Bendung Trani Kali Samin/Gembong Di Kabupaten Sukoharjo”. Ilmiah. Surakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Buku Utama Pedoman Studi Kelayakan PLTMH. 2009. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kadir Abdul. 2010. “Pembangkit Tenaga Listrik”. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- Marsudi Djiteng. 2005. “Pembangkit Energi Listrik”. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Nugroho Y.S.H Hunggul, Sallata M Kuddeng. 2015. “PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro). Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Jatmiko, dkk. 2012. “Pemanfaatan Pemandian Umum Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Menggunakan Kincir Tipe Overshot”. *Publikasi Ilmiah*. Surakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.